

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT (Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 30 MAY 2006

PCT

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 2004P07077WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/PEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP2004/008292	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 23.07.2004	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 25.02.2004
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK INV. H04J3/16 H04J14/08 H04J14/02		
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.



2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 22 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Bescheids
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  22.12.2005	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  29.05.2006
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde   Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Pieper, T Tel. +31 70 340-3532 

**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):

**Beschreibung, Seiten**

9-15	eingegangen am 22.12.2005 mit Schreiben vom 21.12.2005
1-8	eingegangen am 24.04.2006 mit Schreiben vom 24.04.2006

**Ansprüche, Nr.**

1-29	eingegangen am 24.04.2006 mit Schreiben vom 24.04.2006
------	--

**Zeichnungen, Blätter**

1-4	in der ursprünglich eingereichten Fassung
-----	---

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um:

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- |  |         |    |
|--|---------|----|
| <input type="checkbox"/> Beschreibung,         | Seiten: |    |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ansprüche, | Nr.:    | 30 |
| <input type="checkbox"/> Zeichnungen,          | Blatt:  |    |

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2004/008292

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen.)*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## **V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1. Feststellung                |   |
| Neuheit (N)                    | Ja: Ansprüche 1-29<br>Nein: Ansprüche   |
| Erfinderische Tätigkeit (IS)   | Ja: Ansprüche 1-29<br>Nein: Ansprüche   |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) | Ja: Ansprüche: 1-29<br>Nein: Ansprüche: |

2. Unterlagen und Erklärungen:

**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

Es wird auf das folgende Dokument verwiesen:

D1: LANG J P ET AL: "THE LAMBDA SCHEDULER: A MULTIWAVELENGTH SCHEDULING SWITCH" JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, IEEE. NEW YORK, US, Bd. 18, Nr. 8, August 2000 (2000-08), Seiten 1049-1063, XP000989384 ISSN: 0733-8724

1. Das Dokument D1 wird als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem Gegenstand des Anspruchs 1 angesehen. Es offenbart (die Verweise in Klammern beziehen sich auf dieses Dokument):
  - 1.1 Verfahren zur Zusammenfassung von mindestens zwei ankommenden optischen Zeitmultiplex-Signalen zu einem resultierenden optischen Zeitmultiplex-Signal ( Fig.1, 2 ; Seite 1051, linke Spalte, letzter § - 1052, linke Spalte, Absatz 2 ),
  - 1.2 wobei sowohl die ankommenden Zeitmultiplex-Signale ( Fig.1 ; "link i", "link l" ) als auch die resultierenden Zeitmultiplex-Signale ( Fig. 1, "link j" ) jeweils eine maximale Anzahl N von periodischen zeitmultiplexierten Kanälen aufweisen ( Fig.1, Seite 1051, rechte Spalte, § 3 ) ,
  - 1.3 wobei durch eine gegenseitige Zeitverschiebung vom Inhalt aus belegten Kanälen in den ankommenden Zeitmultiplex-Signalen eine Neuordnung des Inhalts in nicht belegte Kanäle der ankommenden Zeitmultiplex-Signale gesteuert wird ( Fig.1, Pakete A, B und C sind im ausgehenden link verschoben; Seite 1052, linke Spalte, § 2 "...scheduler...arrange the incoming packets..during same slot.."), und
  - 1.4 wobei die derart in ihrem Inhalt neu geordneten ankommenden Zeitmultiplex-Signale zu einem resultierenden Zeitmultiplex-Signal zusammengefasst werden, wobei die Zusammenfassung kollisionsfrei erfolgt ( Seite 1051, rechte Spalte, § 3, incoming packets can be assigned slots .. such that no packets will have to be dropped"; Seite 1052, linke Spalte, § 2, "...without any collisions.." ).

2. Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich daher von dem bekannten Verfahren aus D1 dadurch, dass für die ankommenden Zeitmultiplex-Signale eine Identifizierung der Belegung von zeitübereinstimmenden Kanälen durchgeführt und zur Steuerung verwendet wird.
3. Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, ein kostengünstigeres Verfahren zum Zusammenfassen optischer Zeitmultiplex-Signale anzugeben.
4. D1 ( Seite 1052, linke Spalte, §2) lehrt, dass mittels der Wegeinformation im Packet-Kopf eine mögliche Kollision im resultierenden Zeitmultiplex festgestellt wird. Der Gegenstand des Anspruches 1 ist somit neu und erfinderisch ( Art.33(2)(3) PCT ).
5. Diese Begründung gilt sinngemäss für den nebengeordneten Vorrichtungsanspruch 19, der somit ebenfalls neu und erfinderisch ist. Ansprüche 2-18 und 20-29 sind abhängige Ansprüche und sind somit auch neu und erfinderisch.

## Beschreibung

### Verfahren und Anordnung zur Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen nach dem Gattungsbegriff der Ansprüche 1 und 16.

- 10 In zukünftigen vermaschten optischen Zeitmultiplex-Netzwerken (OTDM = Optical Time Division Multiplex) werden Zeitmultiplex-Signale aus verschiedenen Quellen auf eine Glasfaser und eine Wellenlänge zusammengeführt. Diese Zeitmultiplex-Signale mit zeitmultiplexierten Kanälen stammen von entfernten Netz-
- 15 elementen oder werden am Ort eines Multiplexers aggregiert. In den zu mischenden Zeitmultiplex-Signalen sind oft jeweils nur einige der zur Verfügung stehenden Kanäle oder Zeitschlitzbelegungen belegt, z. B. weil einige OTDM-Kanäle aus einem ankommenden Zeitmultiplex-Signal "gedroppt" worden sind. In der
- 20 Summe ist z. B. bei zwei ankommenden Zeitmultiplex-Signalen nicht mehr als die maximal für ein resultierendes Zeitmultiplex-Signal zur Verfügung stehende Kanalzahl belegt.

- Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Anordnung anzugeben, die eine belegungsoptimierte Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen ermöglichen, insofern dass in den zusammenzufassenden Zeitmultiplex-Signalen einigen gemeinsam zeitübereinstimmenden belegten sowie unbelegten Kanälen enthalten sind.

30

Eine Lösung der Aufgabe erfolgt hinsichtlich ihres Verfahrensaspekts durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und hinsichtlich ihres Vorrichtungsaspekts durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 16.

35

Sofern sich die Zeitmultiplex-Signale derart gegeneinander zeitlich z. B. mittels eines Verzögerungselements verschieben lassen, dass sich eine relative Verschiebung ergibt, in der

jeder Zeitschlitz nur ein einziger Kanal der Zeitmultiplex-Signale belegt wird, lassen sich die beiden Zeitmultiplex-Signale prinzipiell einfach mit einer Einkoppeleinrichtung kombinieren.

5

Existiert eine solche relative Verschiebung nicht, ist ein anderes Verfahren sowie eine neue Anordnung, wie im Folgenden beschrieben, notwendig.

- 10 Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Zusammenfassung von mindestens zwei Zeitmultiplex-Signalen zu einem resultierenden Zeitmultiplex-Signal, die alle eine gleiche Anzahl  $N$  von periodischen zeitmultiplexierten Kanälen haben, demgemäß eine Identifizierung der Belegung der Kanäle der ankommenden
- 15 Zeitmultiplexsignale erfolgt, die zur Steuerung verwendet wird. Durch eine gegenseitige Zeitverschiebung vom Inhalt aus belegten Kanälen in den Zeitmultiplex-Signalen wird eine Neuordnung des Inhalts in nicht belegte Kanäle der Zeitmultiplex-Signale derart gesteuert, dass ihre Zusammenfassung in
- 20 das resultierende Zeitmultiplex-Signal kollisionsfrei erfolgt. In anderen Worten ermöglicht dieses Verfahren eine einfache kanalindividuelle Neuordnung von Kanälen in beiden Zeitmultiplex-Signalen derart, dass vor ihrer Zusammenfassung alle zeitübereinstimmende Kanäle der beiden Zeitmultiplex-
- 25 Signale nicht gemeinsam mit einem Inhalt (z. B. übertragene Daten) belegt werden.

- Für dieses Verfahren sind Randbedingungen zu beachten, insbesondere, dass bei einer Anzahl  $N_1$  von belegten Kanälen des
- 30 ersten Zeitmultiplex-Signals und bei einer Anzahl  $N_2$  von belegten Kanälen des zweiten Zeitmultiplex-Signals die Anzahl  $N_1+N_2$  die Anzahl  $N$  der Kanäle des resultierenden Zeitmultiplex-Signals nicht übersteigt. Ist dies nicht der Fall, d. h. die Anzahl  $N_1+N_2$  übersteigt die Anzahl  $N$  der Kanäle des re-
- 35 sultierenden Zeitmultiplex-Signals, wird ebenfalls eine vorteilhafte Lösung gegeben, damit eine belegungsoptimierte Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen gewährleistet wird. Als Grundbasis dieser Lösung wird eine weitere Granularität

z. B. durch Wellenlängenkonversion oder -schaltung wenigstens einer Teilzahl der Kanäle eines der beiden zusammenzufassen



den Zeitmultiplex-Signale verwendet, so dass eine Zusammenfassung mit einem anderem Zeitmultiplex-Signal mit einer neu gewählten Wellenlänge nun kollisionsfrei erfolgt. Je nach verwendeter Übertragungstechnik können weitere Granularitäten

5 - Koppelfeld, Polarisation, Phase, etc - ebenfalls verwendet werden. Aus einer Vorrichtungssicht kann z. B. bei einer Wellenlängenschaltung ein zusätzliches Add-Drop-Modul einer OTDM-Zusammenfassenvorrichtung vorgeschaltet werden, so dass Datenkanäle unter Kollisionsgefahr in der OTDM-

10 Zusammenfassenvorrichtung an einer weiteren OTDM-Zusammenfassenvorrichtung mit hier einer weiteren zugewiesenen Wellenlänge abgegeben werden.

Sind drei oder mehrere Zeitmultiplex-Signale mit Kanalanzahl

15 N1, N2, N3, ... zusammenzufassen, wird dieses Verfahren kaskadiert, d. h. zuerst werden jeweils zwei Zeitmultiplexsignale kombiniert, die dann wiederum ein neues gemeinsames Zeitmultiplex-Signal darstellen, das in gleicher Art wieder mit weiteren Zeitmultiplex-Signalen kombiniert werden kann.

20 Daher ermöglicht dieses Verfahren durch die neue Zuordnung von Daten in möglichst gemeinsam unverwendete Kanäle mehrerer parallel übertragener Zeitmultiplex-Signale eine effektive Komprimierung der tatsächlich erforderlichen Bandbreite bei einer OTDM-Übertragung. Dieser Aspekt ist für einen Netzwerk-

25 Anbieter von höchster Priorität, wenn er seine verfügbare Bandbreite optimal betreiben möchte. Auch der Netzwerk-Benutzer wird bei gleicher Bandbreite-Miete eine höhere Datenrate genießen können.

30 Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung zur Durchführung des obengenannten Verfahrens ist darin zu sehen, dass eine einfache sowie kostengünstige Anordnung zur Zusammenfassung von mindestens zwei Zeitmultiplex-Signalen zu einem resultierenden Zeitmultiplex-Signal realisiert werden kann.

35

Angenommen, dass alle Zeitmultiplex-Signale eine gleiche Anzahl N von periodischen zeitmultiplexierten Kanälen aufwei-

sen, ist an wenigstens einem für ein zusammenzufassendes  
Zeitmultiplex-Signal vorgesehenen Zeitverzögerungsglied eine  
Steuereinheit zur gegenseitigen Zeitverschiebung vom Inhalt  
aus belegten Kanälen in den Zeitmultiplex-Signalen ange-  
5 schlossen. Ferner ist zur Neuordnung dieses Inhalts in nun  
nicht belegte Kanäle der Zeitmultiplex-Signale die Steuerein-  
heit derart ausgebildet, dass bei einem dem Zeitverzögerungs-  
glied nachgeschalteten optischen Koppler die Zusammenfassung  
in das resultierende Zeitmultiplex-Signal kollisionsfrei er-  
10 folgt.

Angenommen, dass die ankommenden Zeitmultiplex-Signale je-  
weils einen freien Kanal haben und damit bei der Zusammenfas-  
sung der Zeitmultiplex-Signale keine Neuordnung notwendig  
15 ist, ist trotzdem mindestens eine kontrollierte gegenseitige  
Zeitverschiebung notwendig.

Bei zwei Zeitmultiplex-Signalen mit einigen gemeinsam zeit-  
übereinstimmenden belegten sowie unbelegten Kanälen  
20 wird zur Abzweigung eines Inhalts eines gemeinsam zeitüber-  
einstimmenden belegten Kanals eines der Zeitmultiplex-Signale  
das Zeitmultiplex-Signal in ein Drop-Modul eingespeist, des-  
sen Drop-Anschluss mit dem Zeitverzögerungsglied zur Zeitver-  
schiebung des abgezweigten Inhalts des Kanals verbunden ist.  
25 Dem Drop-Modul und dem Zeitverzögerungsglied ist die Steuer-  
einheit über Steuersignale zur Aktivierung einer derartigen  
Abzweigung und zur Einstellung der Zeitverzögerung ange-  
schlossen. Drop-Module können herkömmliche Add-Drop-Module  
sein. Restliche - d. h. nicht abgezweigte - Kanäle werden un-  
30 verzögert durchgeleitet, daher bleibt der Platz des gedropp-  
ten Kanals in dem modifizierten Zeitmultiplex-Signal voll-  
ständig frei. Das gedropte Kanalsignal wird so verzögert und  
wieder in das durchgeleitete Zeitmultiplex-Signal hinzuge-  
fügt, dass das dabei erzeugte Zeitmultiplex-Signal mit dem  
35 anderen zusammenfassenden Zeitmultiplex-Signal eine gemeinsa-  
me Belegung weniger hat.

Zur Identifizierung der Belegung von zeitübereinstimmenden Kanälen zwischen oder bei Zeitmultiplex-Signalen ist eine Detektionseinheit mit der Steuereinheit über ein Kontrollsignal verbunden. Mehrere Informationen über die Detektionseinheit werden im Folgenden gegeben. Eine Alternativ besteht darin, dass ein Netzwerkmanagement so ausgebildet ist, dass er das oben genannte Kontrollsignal der Steuereinheit abgibt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert.

15 Dabei zeigen:

- Fig. 1: eine schematische Darstellung der erforderlichen Neuordnung der Inhalte der Kanäle zur erfindungsgemäßen Zusammenfassung der Zeitmultiplex-Signale,
- 20 Fig. 2: eine erfindungsgemäße Anordnung zur Zusammenfassung von zwei Zeitmultiplex-Signalen,
- Fig. 3: eine Vorrichtung zur Identifizierung der Belegung von Kanälen bei hochbitratigen Zeitmultiplex-Signalen,
- 25 Fig. 4: eine zweite Anordnung zur Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen bei Kollisionsgefahr ihrer Kanäle,
- Fig. 5: eine dritte Anordnung zur Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen bei Kollisionsgefahr ihrer Kanäle in einem OTDM-WDM-Netzknoten.
- 30

In **Fig. 1** wird eine erforderliche Neuordnung der Inhalte X, Y der Kanäle zur erfindungsgemäßen Zusammenfassung von zwei Zeitmultiplex-Signalen S1, S2 zu einem resultierenden Zeitmultiplex-Signal S3 mit periodisch N=8 Kanälen schematisch dargestellt. Das erste und das zweite Zeitmultiplex-Signal S1, S2 weisen jeweils N=8 Kanäle mit folgender Reihenfolge "XOXXOOX" bzw. "OOOYOYO" für belegte Kanäle mit In-

halten X, Y und für unbelegte Kanäle mit Inhalt 0 auf. Eine sofortige Zusammenfassung beider Zeitmultiplex-Signale S1, S2 würde für zeitübereinstimmende gemeinsam belegten Kanäle GBK an der vierten und an der siebten Stelle (siehe oben in fett markiert) beider Reihenfolgen eine Kollision verursachen. Bei anderen Stellen der Reihenfolge kann die kanalbezogene Zusammenfassung kollisionsfrei erfolgen. Nun weisen beide Reihenfolgen ebenfalls zeitübereinstimmende nicht gemeinsam belegte Kanäle NGBK an der zweiten und an der sechsten Stelle (siehe oben mit Unterstrich markiert) beider Reihenfolge auf, die gemäß dem Verfahren identifiziert werden und anschließend als freie Zeitschlitz bzw. Kanäle für die Neuordnung der potentiell noch kollisionswürdigen zeitübereinstimmende gemeinsam belegten Kanäle GBK. Eine mögliche Lösung zur Neuordnung in Figur 1 ist mittels zwei gegenseitiger Zeitverschiebungen der Inhalte Y aus der vierten und aus der siebten Zeitschlitz zu der zweiten bzw. sechsten Zeitschlitz des zweiten Zeitmultiplex-Signals S2 dargestellt. Damit bleiben keine zeitübereinstimmende gemeinsam belegten Kanäle GBK mehr bestehen und eine weitere kanalweise Zusammenfassung durch einfache Addierung kann kollisionsfrei erfolgen.

**Fig. 2** stellt eine erfindungsgemäße Anordnung zur Zusammenfassung von zwei Zeitmultiplex-Signalen gemäß dem Verfahren aus Figur 1 dar. Die so dargestellte Anordnung eignet sich für eine Gesamtanzahl von  $N_{ges}=16$  Kanälen, d. h. hier für  $N=8$  zeitmultiplexierte Kanäle in jedem Zeitmultiplex-Signal, wobei in S1 die Anzahl  $N_1$  von Kanälen belegt ist und in S2 die Anzahl  $N_2$  von Kanälen belegt ist und jeweils  $N$  Kanäle an den Eingängen der Anordnung anliegen. Hier wird ein Signalanteil beider Zeitmultiplex-Signale S1, S2 an den Eingängen ausgekoppelt und einer Detektionseinheit DE (siehe Figur 3 für mehrere Details) zugeführt. Dabei werden die zeitübereinstimmenden gemeinsam belegten sowie nicht belegten Kanäle GBK, GNBK identifiziert. Die Information über die Belegung oder nicht dieser Kanäle wird einer Steuereinheit CTRL über ein Kontrollsignal KS abgegeben. Die Steuereinheit CTRL wird die Neuordnung gemäß Figur 1 durchführen. Nun zur physikali-

schen Neuordnung detektierter zeitübereinstimmenden gemeinsam belegten Kanäle GBK z. B. in dem Zeitmultiplex -Signal S1 wird das Zeitmultiplex -Signal S1 einem Drop-Modul OADM1 zugeführt, bei dem ein gewünschter Kanal bzw. dessen Inhalt X über einen seiner Drop-Anschlüsse abgezweigt wird. Die anderen unberührten - d. h. nicht abgezweigten und nicht zeitverzögerten - Kanäle bzw. deren Inhalte werden vom Drop-Modul OADM1 einfach durchgelassen. Die Betätigung einer derartigen Abzweigung erfolgt aus der Steuereinheit CTRL über ein Steuerungssignal SS1 an das Drop-Modul OADM1. Erweist sich dass, der abgezweigte Inhalt X eine Zeitverschiebung von zwei Zeitschlitten erfordert, damit eine dortige Zusammenfassung kollisionsfrei erfolgt, wird dem Drop-Anschluss ein Verzögerungsglied T1 demgemäss eingestellt. Die Kriterien dieser Einstellung werden aus der Steuereinheit CTRL mittels eines weiteren Kontrollsignals SS2 an das Verzögerungsglied T1 gemeldet. Dem Verzögerungsglied T1 ist weiterhin eine Einkoppeleinrichtung EK1 nachgeschaltet, die eine Neuhinzufügung des abgezweigten Inhalts des nun verzögerten Signals in einen übereinstimmenden freien Zeitschlitz des Zeitmultiplex-Signals S1 ermöglicht. Es ist auch möglich das Zeitverzögerungsglied T1 so einzustellen, dass bei der Neueinkopplung des verzögerten Signals am Drop-Anschluss die Verzögerung relativ zu dem unberührten Signal eine oder mehrere Perioden eines kompletten Zeitmultiplex-Signals zusätzlich zur Verzögerung zum Einfügen in einen nicht gemeinsam belegten Kanal NGBK dieses weiteren Zeitmultiplex-Signals beträgt.

Der Einkoppeleinrichtung EK1 ist eine weitere und wie oben beschrieben identische Vorrichtungskette zur Abzweigung, Zeitverschiebung und Neuhinzufügung mit einem zweiten Drop-Modul OADM2, mit einem zweiten Verzögerungsglied T2 und mit einer zweiten Einkoppeleinrichtung EK2 nachgeschaltet. Dies gilt auch für das zweite Zeitmultiplex-Signal S2, das wie für das erste Zeitmultiplex-Signal S1 in zwei derartige Vorrichtungskette zur Abzweigung, Zeitverschiebung und Neuhinzufügung mit weiteren dritten und vierten Drop-Modulen OADM3, OADM4, Verzögerungsgliedern T3, T4 und Einkoppeleinrichtungen

mal der Grundbitrate 10 GBit/s eines Kanals aufweist. In diesem Fall beträgt die Gesamtanzahl Nges der Kanäle eine vielfache Zahl von 4. Zur Realisierung einer dafür passenden Anordnung nach dem Modell der Figur 2 jedoch für N zeitmultiplexierte Kanäle werden mindestens  $N_{ges}/4$  Abzweigungen bzw. Neuhinzufügungen sowie  $1+N_{ges}/4$  Zeitverschiebungen für Inhalte X, Y der Kanäle beider Zeitmultiplex-Signale S1, S2 benötigt werden. Mit anderen Worten sind  $N_{ges}/4$  Drop-Module,  $N_{ges}/4$  Einkoppeleinrichtungen und  $1+N_{ges}/4$  Zeitverzögerungsglieder erforderlich. Nach dem Beispiel der Figur 2 wurden zwei Drop-Module, zwei Einkoppeleinrichtungen und zwei (drei mit T1) Zeitverzögerungsglieder für das erste Zeitmultiplex-Signal S1 sowie weitere zwei Drop-Module, zwei Einkoppeleinrichtungen und zwei Zeitverzögerungsglieder für das zweite Zeitmultiplex-Signal S2 seriell angeordnet. Diese symmetrische Anordnung für beide Zeitmultiplex-Signale S1, S2 ist gegenüber einer unsymmetrischen Anordnung wie z. B. drei serielle Ketten "Drop-Module, Einkoppeleinrichtungen und Zeitverzögerungsglieder" für das erste Zeitmultiplex-Signal S1 und eine serielle Kette "Drop-Module, Einkoppeleinrichtungen und Zeitverzögerungsglieder" für das zweite Zeitmultiplex-Signal S2 vorteilhaft, da in einer unsymmetrischen Anordnung die Eigenschaften der unsymmetrisch übertragenen Signale unterschiedlich beeinflusst werden. Mit anderen Worten werden z. B. unterschiedliche Verstärkungsmittel in jeder seriellen Kette angepasst werden müssen. Deshalb wird angestrebt, dass eine möglichst gleiche Zahl kanalbezogener Abzweigungen, Zeitverschiebungen und Neuhinzufügungen für jedes zusammenfassende Zeitmultiplex-Signal S1, S2 verwendet wird.

In symmetrischen Anordnungen wird eine Mindestganzzahl  $\text{Int}(0,5+N_{ges}/8)$  von derartigen Ketten "Drop-Module, Einkoppeleinrichtungen und Zeitverzögerungsglieder" zur kanalbezogener Operationen je für einen Zeitmultiplex-Signal S1, S2 verwendet.

In **Fig. 3** ist eine Vorrichtung zur Identifizierung der Belegung von Kanälen bei hochbitratigen Zeitmultiplex-Signalen

dargestellt. Eine solche Vorrichtung ist gemäß Figur 2 die sogenannte Detektionseinheit DE, die Informationen über die kollisionswürdige Belegung von zusammenfassenden Kanälen sowie über mögliche noch verfügbare freie Zeitschlitzte zur Vermeidung einer Kollision an die Steuereinheit CTRL übermittelt. Die hier dargestellte Vorrichtung wird für einen Signalanteil AS1 des Zeitmultiplex-Signals S1 beschrieben. Die Detektionseinheit DE gemäß Figur 2 weist zwei parallel geschaltete derartige Vorrichtungen für jedes Zeitmultiplex-Signal S1, S2 auf, deren Ausgänge mit der Steuereinheit CTRL angeschlossen sind.

An Eingängen eines optischen Kopplers K1 werden der Signalanteil mit z. B. einer Datenrate von 160 GBit/s mit einem weiteren Kontrollpuls PS mit gleicher Bitrate zugeführt und damit überlagert. An einem Ausgang des optischen Kopplers K1 wird eine Avalanche-Photodiode D1 geschaltet, deren Ausgangssignal einem Analog-Digital-Wandler ADW zugeführt ist. Dem Analog-Digital-Wandler ADW ist eine Monitoreinheit MONITOR nachgeschaltet, bei der Impulse bei belegten bzw. nicht belegten Kanälen ermittelt werden. Die hier verwendete Avalanche-Photodiode A1 ist auf zwei-Photonen Absorption empfindlich. Wird nun der Kontrollpuls PS schrittweise zeitverzögert und während der Zeitverzögerung der Photostrom der Avalanche-Photodiode A1 aufgetragen, ergeben sich Einbrüche bei leeren Zeitschlitzten. Es können Anstelle der Avalanche-Photodioden wie oben beschrieben beliebige nicht-lineare Elemente wie ein Halbleiter-Verstärker oder eine optische Faser mit starkem linearen Effekt verwendet werden. Auch kaskadierte elektroakustische Modulatoren können als Detektionseinheiten verwendet werden. Da die Bandbreite des Demultiplexers mindestens der halben Bitrate des Zeitmultiplex-Signals S1, S2 betragen muss, und wenn beliebige leere Zeitschlitzte zu detektieren sind (im schlimmsten Fall, jede zweite Zeitschlitz), reicht die Verwendung eines einzelnen elektroakustischen Modulators z. B. bei 160 GBit/s aus.

Wenn ein Signalanteil des zweiten Zeitmultiplex-Signals S2 ebenfalls einer weiteren identischen Vorrichtung (siehe K2, D2 in Figur 2) abgegeben wird, erhält man dieselbe Information hinsichtlich der Belegung seiner Kanäle. Durch einen Vergleich zwischen Ausgangssignalen jeweiliger Analog-Digital-Wandler bzw. Monitoreinheiten können die zeitübereinstimmenden gemeinsam belegten und nicht belegten Kanäle ermittelt werden.

- 10 In **Figur 4** ist eine zweite Anordnung zur Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen S1, S2 gemäß Figur 2 bei Kollisionsgefahr ihrer Kanäle dargestellt. Dabei beträgt die maximale Gesamtanzahl von Kanälen  $N_{ges}=16$  und der Fall  $N_1+N_2>N$  d. h. dass die Gesamtanzahl der belegten Kanäle die Anzahl N der
- 15 Kanäle des resultierenden Zeitmultiplex-Signals S3 übersteigt, kann vorkommen.

An Eingängen der Anordnung für beide einkommenden Signale S1, S2 wird jeweils eine Zeitschlitzkontrolleinheit ZKE1, ZKE2 eingefügt, die die Position und die Anzahl der belegten

20 Zeitschlitzze (Datenkanäle) bestimmt. Der zweiten Zeitschlitzkontrolleinheit ZKE2 ist ein zusätzliches Add-Drop-Modul OADM5 nachgeschaltet, dessen Durchschaltausgang mit dem Eingang des ersten Add-Drop-Moduls OADM3 im Pfad des Datensignals S2 geschaltet ist. Ist die Bedingung  $N_1+N_2\leq N$  erfüllt,

25 wird das zusätzliche Add-Drop-Modul OADM5 so eingestellt, dass alle Datenkanäle gemäß Figur 2 zum Zusammenführen der Signale S1 und S2 zugeführt werden. Tritt der Fall  $N_1+N_2>N$  ein, werden im zusätzlichen Add-Drop-Modul OADM5 eine Anzahl von  $N_1+N_2-N$  Datenkanälen des zweiten Zeit-Multiplexsignals S2

30 ausgekoppelt, dass die Bedingung  $N_1+N_2=N$  in dem Pfad mit beiden Add-Drop-Modulen OADM3, OADM4 erfüllt ist. Die  $N_1+N_2-N$  ausgekoppelten Kanäle - als Drop-Signal SK mit einer Wellenlänge  $\lambda_1$  - werden einem Wellenlängenkonverter  $\lambda$ -KONV zugeführt, der den entsprechenden Datenkanälen eine neue Wellenlänge  $\lambda_2$  zuweist. Diese neue Wellenlänge  $\lambda_2$  muss sich in das für das Gesamtnetz gewählte Wellenlängenschema - ggf. nach

35 Standart ITU-T - einfügen. Insgesamt werden am Ausgang der in beiden Pfaden letztgeschalteten Add-Drop-Module OADM2, OADM4



eine Anzahl von  $N_1$  und  $N_2$  Kanälen mit Wellenlänge  $\lambda_1$  in einem Zeitmultiplexsignal  $S$  mit  $N$  vollbelegten Kanälen zusammengefasst. Das Zeitmultiplexsignal  $S$  weist die Wellenlänge  $\lambda_1$  auf und kann ferner mittels eines Wellenlängenmultiplexer W-MUX

5 mit dem vorigen ausgekoppelten Drop-Signal  $SK$  mit der konvertierten Wellenlänge  $\lambda_2$  in einer WDM-Übertragungsstrecke zusammengefügt werden. Damit wird ein OTDM-Add-Vorrichtung für beliebig belegten Zeitmultiplexsignalen, bei der mittels einer Datenventile - hier das Add-Drop-Modul OADM5 - mit an-

10 schliessendem Wechsel der ursprünglichen Granularität - hier die Wellenlänge - von kollisionsgefährdeten Kanälen in beiden Zeitmultiplexsignalen  $S_1$ ,  $S_2$  wenigstens ein kollisionsfreies vollbelegtes Ausgangszeitmultiplexsignal  $S$  erzeugt. Idealerweise soll das zusätzliche Add-Drop-Modul OADM5

15 die Kanalauswahl so treffen, dass eine möglichst geringe Reihenfolgenänderung oder Zuordnung der Kanälen durch die darauf folgende Vorrichtung gemäß Figur 2 vorgenommen werden muss. Sollten beispielsweise die einkommenden Signale folgendermaßen belegt sein (0 = nicht belegt, x belegt für  $S_1$ , y belegt

20  $S_2$ ,  $N=8$ )  $[x0xx00xx]$  und  $[0y00yyy0]$ , so wäre die Lösung mit der geringsten optischen Bearbeitung in dem darauf folgenden Verfahren, den Kanal an der 6. Stelle von  $S_2$  am zusätzlichen Add-Drop-Modul OADM5 auszukoppeln und in eine andere Wellenlänge umzuwandeln.

25

Es soll an dieser Stelle bemerkt werden, dass zukünftige optische Netze sehr komplex aufgebaut sein können, und dass möglicherweise eine optimale Nutzung der Netzressourcen nur durch eine zentrale Netzsteuerung erreicht werden kann, die

30 die Zustände aller Netzknoten mit dementsprechenden Zeitmultiplex-Vorrichtungen kennt. Dementsprechend kann es für den Betrieb des gesamten Netzes oder Subnetzes günstiger sein, das zusätzliche Add-Drop-Modul OADM5 zwischen der Zeitschlitzkontrolle ZKE2 und der in Figur 2 beschriebenen Vor-

35 richtung - am Eingangssignal  $S_2$  - so zu schalten, dass alle ankommenden Datenkanäle des Zeitmultiplexsignals  $S_2$  in den Auskopplung-Lichtpfad, der zum Wellenlängenkonverter  $\lambda$ -KONV führt, zu schalten.

Eine vollständige Knotenarchitektur mit einer der erfindungs-  
 gemäßen Vorrichtungen muss nun selbstverständlich darauf aus-  
 gelegt sein, dass schon Signale  $S_{WDM/OTDM}$  mit mehreren Wellen-  
 5 längen in vorhergehenden Knoten gemultiplext wurden, die je-  
 weils einen Datenstrom aus OTDM Signalen enthalten. Ein Aus-  
 führungsbeispiel einer Knotenarchitektur, die dies berück-  
 sichtigt ist in **Figur 5** dargestellt, wobei derartige Signale  
 $S_{WDM/OTDM}$  in einem Wellenlängen-Demultiplexer W-DEMUX am Ein-  
 10 gang des Knoten in mehrere OTDM-Datenströme  $S_{11}, \dots,$   
 $S_{1i}, \dots, S_{1m}$  mit unterschiedlichen Wellenlängen  
 $\lambda_1, \dots, \lambda_i, \dots, \lambda_m$  und Kanälen  $M_1, \dots, M_i, \dots, M_m$  ge-  
 trennt werden. Hierbei wird auch noch berücksichtigt, dass an  
 einem Knoten - hier mittels Drop-Vorrichtungen OADM<sub>61</sub>, ...,  
 15 OADM<sub>6i</sub>, ..., OADM<sub>6m</sub> an Ausgängen des Wellenlängen-  
 Demultiplexers W-DEMUX - auch Datenkanäle  
 $S_{11DROP}, \dots, S_{1iDROP}, \dots, S_{1mDROP}$  mit einer Kanalzahl  
 $K_1, \dots, K_i, \dots, K_m$  abgezweigt werden können, die entspre-  
 chend neue freie Zeitschlitzze schaffen. Zudem werden die ü-  
 20 berschüssigen Datenkanäle, die nicht mehr den Datenströmen  
 mit Wellenlängen  $\lambda_1, \dots, \lambda_i, \dots, \lambda_m$  zugeführt werden kön-  
 nen, gezielt in eine Wellenlänge konvertiert, die noch freie  
 Kapazität hat.

Ferner wird am Durchschaltungssausgang jeweiliger Drop-  
 25 Vorrichtung OADM<sub>61</sub>, ..., OADM<sub>6i</sub>, ..., OADM<sub>6m</sub> eine Anordnung  
 ZKE<sub>1</sub>, ZKE<sub>2</sub>, OADM<sub>1</sub>, OADM<sub>2</sub>, OADM<sub>3</sub>, OADM<sub>4</sub>, OADM<sub>5</sub>, T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>,  
 T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, KO, CTRL,  $\lambda$ -KONV gemäß Figur 4 nun mit erstem Zeit-  
 multiplexsignal  $S_{11}, \dots, S_{1i}, \dots, S_{1m}$  jeweils mit  
 $N_1, \dots, N_i, \dots, N_m$  nicht-gedroppten Datenkanälen nachge-  
 30 schaltet, wobei  $N_i = M_i - K_i$ . Über eine Zeitschlitzkontrollein-  
 heit ZKE<sub>2</sub> und einen Add-Drop-Modul OADM<sub>5</sub> jeder Anordnung ge-  
 gemäß Figur 4 wird ein zweites Zeitmultiplexsignal  $S_{21}, \dots,$   
 $S_{2i}, \dots, S_{2m}$  mit  $N_{21}, \dots, N_{2i}, \dots, N_{2m}$  (zeitmultiplexier-  
 ten) Datenkanälen mit den ersten Zeitmultiplexsignalen  
 35  $S_{11}, \dots, S_{1i}, \dots, S_{1m}$  zusammengefasst. Im Falle einer Kol-  
 lisionsgefahr zwischen Datenkanälen der ersten und zweiten  
 Zeitmultiplexsignale  $S_{1i}, S_{2i}$  ( $i=1, \dots, m$ ) verfügt der Add-  
 Drop-Modul OADM<sub>5</sub> aus einem Drop-Signal  $SK_i$  gemäß Figur 4, dem

über den Wellenlängen-Konverter  $\lambda$ -KONV und/oder einen zusätzlichen Wellenlängen-Schalter  $\lambda$ -SWITCH eine andere Wellenlänge  $\lambda_j$  mit  $j \neq i$  zugewiesen wird. Aus Klarheitsgründen ist diese Schaltung gemäß Figur 4 nur für beide Zeitmultiplexsignale S11 und S21 dargestellt. Das wellenlängenkonvertierte bzw. -geschaltete Signal  $S_{ADD}$  wird weiterhin als zweites Eingang-Zeitmultiplexsignal S2i einer weiteren Anordnung gemäß Figur 4 zugeführt, deren das erste zusammenfassende Zeitmultiplexsignal S1i die gleiche Wellenlänge -  $\lambda_i$  in Figur 4 - aufweist.

Zur Steuerung jeweiliger Vorrichtung zur Zusammenfassung von mindestens zwei Zeitmultiplex-Signalen S11, S12, ..., S1i, S2i, ... ist gemäß Figur 2 oder 4 eine Kontrolleinheit CTRL vorhanden, die am einfachsten an einer Hauptkontrolleinheit CTRLM verbunden ist, derart dass bei Kollisionsgefahr in einer der Vorrichtungen eine Konvertierung oder Umschaltung einer Wellenlänge für kollisionsgefährdete Datenkanäle zu einer weiteren Vorrichtung mit weniger Kollisionsgefahr - d. h. freie Zeitschlitz sind verfügbar - durchgeführt wird. Am Ende - Koppler KO - jeder Vorrichtung sind alle zusammengefasste OTDM-Zeitmultiplexkanäle mit unterschiedlichen Wellenlängen wiederum mittels eines Wellenlängenmultiplexers W-MUX zur Weiterübertragung eines WDM-OTDM-Signals  $S'_{WDM/OTDM}$  zusammenfasst. Im Vergleich zum ersten eingehenden WDM-OTDM-Signal  $S_{WDM/OTDM}$  weist das ausgehende WDM-OTDM-Signals  $S'_{WDM/OTDM}$  OTDM-Datenströme mit optimal voll besetzter Bandbreite pro Wellenlänge auf. Damit sind die unnötig unbesetzten Datenkanäle unterdrückt und ein Gewinn der Bandbreite in Wellenlängenbereich wird dadurch erreicht. Dabei wurden auch dem ersten eingehenden WDM-OTDM-Signal  $S_{WDM/OTDM}$  Zeitmultiplex-Signale S1iDROP, S2i mit beliebigen Datenkanälen entfernt und/oder hinzugefügt.

Es soll betont werden, dass die genaue Architektur eines vollständigen Netzknoten auch von der maximalen Anzahl der Wellenlängen und der OTDM-Datenkanäle innerhalb einer Wellenlänge abhängt. Für eine geringe Anzahl von Wellenlängen, z. B. bei 2 Wellenlängen, kann eine 1 zu 1 Zuordnung sinnvoll

sein, d. h. beide Wellenlängen können jeweils in die andere Wellenlänge umgewandelt und eingefügt werden. Bei mehreren Wellenlängen  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ , ... kann evtl. eine Kaskade sinnvoll sein, die eine Konvertierung bzw. eine Umschaltung zwischen  
5 Wellenlängen  $\lambda_1 \rightarrow \lambda_2$ ,  $\lambda_2 \rightarrow \lambda_3$ , etc zuführt, bzw. dem Verfahren, mit dem die OTDM Kanäle kollisionsfrei ineinander verwebt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Zusammenfassung von mindestens zwei ankommenden optischen Zeitmultiplex-Signalen (S1, S2) zu einem resultierenden optischen Zeitmultiplex-Signal (S3), wobei sowohl die ankommenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) als auch die resultierenden Zeitmultiplex-Signale (S3) jeweils eine maximale Anzahl N von periodischen zeitmultiplexierten Kanälen aufweisen,
- dadurch gekennzeichnet,
- dass für die ankommenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) eine Identifizierung der Belegung von zeitübereinstimmenden Kanälen durchgeführt und zur Steuerung verwendet wird,
- dass durch eine gegenseitige Zeitverschiebung vom Inhalt (X, Y) aus belegten Kanälen in den ankommenden Zeitmultiplex-Signalen (S1, S2) eine Neuordnung des Inhalts (X, Y) in nicht belegte Kanäle der ankommenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) gesteuert wird, und
- dass die derart in ihrem Inhalt neu geordneten ankommenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) zu einem resultierenden Zeitmultiplex-Signal (S3) zusammengefasst werden, wobei die Zusammenfassung kollisionsfrei erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
- dadurch gekennzeichnet,
- dass bei zeitlicher gemeinsamer Übereinstimmung belegter Kanälen (GBK) in beiden ankommenden Zeitmultiplex-Signalen (S1, S2) der Inhalt (X, Y) eines der gemeinsam belegten Kanäle (GBK) aus einem der ankommenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) abgezweigt und solange zeitverschoben wird, dass er mit einem von beiden ankommenden Zeitmultiplex-Signalen (S1, S2) gemeinsam nicht belegten Kanal (NGBK) zeitlich übereinstimmt, so dass innerhalb der N zeitmultiplexierten Kanäle des resultierenden Zeitmultiplex-Signals (S3) die Zusammenfassung der beiden ankommenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) kollisionsfrei erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,  
dass nach der Zeitverschiebung des abgezweigten Inhalts (X)  
der Inhalt (X) in einen Kanal der ankommenden Zeitmultiplex-  
Signale (S1, S2) hinzugefügt wird und anschließend beide  
5 Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) optisch gekoppelt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei einer Anzahl N1 von belegten Kanälen des ersten an-  
10 kommenden Zeitmultiplex-Signals (S1) und bei einer Anzahl N2  
von belegten Kanälen des zweiten ankommenden Zeitmultiplex-  
Signals (S2) die gesamte Anzahl N1+N2 die maximale Anzahl N  
der Kanäle des resultierenden Zeitmultiplex-Signals (S3)  
nicht übersteigt.

15 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei der als Vielfaches von 4 vorgesehenen Gesamtanzahl  
Nges von zeitmultiplexierten Kanälen mindestens Nges/4 Ab-  
20 zweigungen bzw. Neuhinzufügungen sowie 1+Nges/4 Zeitverschie-  
bungen für Inhalte (X, Y) der Kanäle beider ankommenden Zeit-  
multiplex-Signale (S1, S2) verwendet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3,  
25 dadurch gekennzeichnet,  
dass bei einer Übersteigung der gesamten Zahl N1+N2 der be-  
legten Kanäle der ankommenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2)  
über die Anzahl N der Kanäle des resultierenden Zeitmulti-  
plex-Signals (S3) überschüssige gemeinsam belegte Kanäle  
30 (SK1) eines der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) umgeleitet und  
zu einem weiteren Zeitmultiplex-Signal (S1i) zusammengefasst  
werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6,  
35 dadurch gekennzeichnet,  
dass bei der Umleitung der überschüssigen gemeinsam belegten  
Kanäle eine Granularitätseigenschaft geändert wird, derart  
dass diese Kanäle und das weitere Zeitmultiplexsignal (S1i)

mit gleichen Granularitätseigenschaften zusammengefasst werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7,

5 dadurch gekennzeichnet,  
dass als geänderte Granularität die Wellenlänge gewählt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8,

10 dadurch gekennzeichnet,  
dass eine gleiche Zahl kanalbezogener Abzweigungen, Zeitverschiebungen, Neuhinzufügungen oder Umleitungen für jedes ankommende Zeitmultiplex-Signal (S1, S2) verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

15 dadurch gekennzeichnet,  
dass für gemeinsam belegte und unbelegte Kanäle (GBK, NGBK) die Belegung von Kanälen beider ankommenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) vor Abzweigung eines Kanals identifiziert wird.

20

11. Verfahren nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet,  
dass weitere Identifizierungen der Belegung der Kanäle vor weiteren Abzweigungen von Kanälen durchgeführt werden.

25

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 und 11,

dadurch gekennzeichnet,  
dass die Identifizierung der Belegung aus Informationen eines Netzwerkmanagements durchgeführt wird.

30

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 und 11,

dadurch gekennzeichnet,  
dass die Identifizierung der Belegung aus einem ausgekoppelten Lichtanteil eines der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2)  
35 durchgeführt wird, der mit einem dem Zeitmultiplex-Signal synchronisierten Kontrollpuls (PS) optisch (K1, K2) überlagert wird und

dass das überlagerte Signal einer Avalanche-Photodiode (D1, D2) oder einem nicht-linearen Detektionselement abgegeben wird, deren Ausgangssignal Information (KS) über die Belegung eines Kanals liefern.

5

14. Verfahren nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Bitrate des Kontrollpulses an die Bitrate der Zeitmultiplex-Signale angepasst wird und der Kontrollpuls  
schrittweise zeitverzögert wird.

10

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 und 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Identifizierung der Belegung durch eine Demultiplexierung der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) durchgeführt wird, deren Bandbreite mindestens die halbe Bandbreite der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) beträgt.

15

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass Phasen der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) vor der ersten Abzweigung eines Inhalts ihrer Kanäle synchronisiert werden.

20

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Takt der oder mehrerer Abzweigungen sowie eine oder mehrere erforderliche Zeitverzögerungen permanent überprüft und geregelt werden.

25

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei der Zusammenfassung beider Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) eine Synchronisation des Takts überprüft und geregelt wird.

30

35

19. Anordnung zur Zusammenfassung von mindestens zwei ankommenden optischen Zeitmultiplex-Signalen (S1, S2) zu einem resultierenden optischen Zeitmultiplex-Signal (S3), die alle



eine gleiche maximale Anzahl N von periodischen zeitmultiplexierten Kanälen aufweisen,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Detektionseinheit (DE, PS, K1, K2, D1, D2) zur Identifizierung der Belegung von zeitübereinstimmenden Kanälen der ankommenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) vorgesehen ist, die über ein Kontrollsignal (KS) mit einer Steuereinheit (CTRL) verbunden ist,  
dass an wenigstens einem für ein ankommendes Zeitmultiplex-Signal (S1, S2) vorgesehenes Zeitverzögerungsglied (T1, T2 bzw. T3, T4) die Steuereinheit (CTRL) zur gegenseitigen Zeitverschiebung vom Inhalt (X, Y) aus belegten Kanälen in den ankommenden Zeitmultiplex-Signalen (S1, S2) angeschlossen ist,  
dass zur Neuordnung des Inhalts (X, Y) in nicht belegte Kanäle der ankommenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) die Steuereinheit (CTRL) derart ausgebildet ist, dass bei einem dem Zeitverzögerungsglied (T2 bzw. T4) nachgeschalteten optischen Koppler (KO) die Zusammenfassung in das resultierende Zeitmultiplex-Signal (S3) kollisionsfrei erfolgt.

20. Anordnung nach Anspruch 19,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die beiden ankommenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) einige gemeinsam zeitübereinstimmende belegte sowie unbelegte Kanäle (GBK, NGBK) aufweisen,  
dass zur Abzweigung eines Inhalts (X, Y) eines gemeinsam zeitübereinstimmenden belegten Kanals (GBK) eines der ankommenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) das Zeitmultiplex-Signal (S1, S2) in ein Drop-Modul (OADM1, OADM2 bzw. OADM3, OADM4) eingespeist wird, dessen Drop-Anschluss mit dem Zeitverzögerungsglied (T1, T2 bzw. T3, T4) zur Zeitverschiebung des abgezweigten Inhalts des Kanals verbunden ist und  
dass dem Drop-Modul (OADM1, OADM2 bzw. OADM3, OADM4) und dem Zeitverzögerungsglied (T1, T2 bzw. T3, T4) die Steuereinheit (CTRL) über Steuersignale (SS, SS1, SS2) zur Aktivierung einer derartigen Abzweigung und zur Einstellung der Zeitverzögerung angeschlossen ist.

21. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 20,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Identifizierung der Belegung von zeitübereinstimmen-  
den Kanälen zwischen oder bei den ankommenden Zeitmultiplex-  
Signalen (S1, S2) ein Netzwerkmanagement mit der Steuerein-  
heit (CTRL) über ein Kontrollsignal (KS) verbunden ist.

22. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei mehreren ankommenden Zeitmultiplex-Signalen (S1, S2)  
wenigstens einem Eingang eines Drop-Moduls (OADM1, OADM2 bzw.  
OADM3, OADM4) mit einem an einem Drop-Ausgang angeschlossenen  
Zeitverzögerungsglied (T1, T2 bzw. T3, T4) eines der Zeitmul-  
tiplex-Signale (S1, S2) zugeführt ist.

23. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 22,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass jedem Zeitverzögerungsglied (T1, T2 bzw. T3, T4) eine  
Einkoppeleinrichtung (EK1, EK2 bzw. EK3, EK4) zur Neuhinzufü-  
gung eines abgezweigten und zeitverzögerten Inhalts eines Ka-  
nals in sein ursprüngliches Zeitmultiplex-Signal (S1, S2)  
nachgeschaltet ist,  
dass den für jedes Zeitmultiplex-Signal (S1, S2) letztgeord-  
neten Einkoppeleinrichtungen (EK2, EK4) ein optischer Koppler  
(KO) zur Zusammenfassung der ankommenden Zeitmultiplex-  
Signale (S1, S2) mit kollisionsfreien Inhalten nachgeschaltet  
ist.

24. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 23,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Steuereinheit (CTRL) einen Zähler der gemeinsam  
zeitübereinstimmenden belegten und unbelegten Kanäle (GBK,  
NGBK) der ankommenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) auf-  
weist.

25. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 24,  
dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuereinheit (CTRL) eine Einheit zur Zuordnung eines der gemeinsam zeitübereinstimmenden belegten Kanäle (GBK) in einen der gemeinsam zeitübereinstimmenden nicht belegten Kanäle (NGBK) der zusammenzufassenden ankommenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) aufweist.

26. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass Kontrollmittel (T0, K0) der Phase und des Takts der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) vorhanden sind.

27. Anordnung nach einem der Ansprüche 20 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass bei Kollisionsgefahr der Inhalte (X, Y) ein Drop-Modul (OADM5) einem der Add-Drop-Module (OADM1, OADM3) vorgeschaltet ist.

28. Anordnung nach einem der Ansprüche 20 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wellenlängenkonvertierer und/oder -schalter ( $\lambda$ -KONV) mit einem Drop-Ausgang des Drop-Moduls (OADM5) verbunden ist, derart dass den Kanälen von potentiell kollidierenden Inhalten (X, Y) eine neue Wellenlänge zugewiesen wird.

29. Anordnung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle mit neuer Wellenlänge in eine weitere geschaltete Anordnung gemäß einem der Ansprüche 20 bis 28 als neues zusammenzufassendes Zeitmultiplexsignal eingespeist werden.